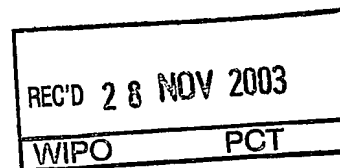


*[Handwritten signature]*

10/534036



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 102 52 250.2

**Anmeldetag:** 7. November 2002

**Anmelder/Inhaber:** Merck Patent GmbH, Darmstadt/DE

**Bezeichnung:** Elektrooptisches Lichtsteuerelement  
und elektrooptische Anzeige

**IPC:** G 02 F 1/13

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der  
ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 9. Juli 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

*[Signature]*

Faust

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

**Merck Patent Gesellschaft  
mit beschränkter Haftung  
64271 Darmstadt**

**Elektrooptisches Lichtsteuerelement und  
elektrooptische Anzeige**

## **Elektrooptisches Lichtsteuerelement und Anzeige**

### Gebiet der Erfindung

- 5 Die vorliegende Erfindung betrifft Lichtsteuerelemente, diese enthaltende Anzeigen und Anzeigesysteme. Die Lichtsteuerelemente verwenden bevorzugt Steuermedien die bei bestimmten Temperaturen anisotrope Eigenschaften aufweisen, wie z. B. Flüssigkristalle. Die Lichtsteuerelemente werden bei einer Temperatur betrieben, bei der die Steuermedien in der isotropen Phase vorliegen. Derartige Anzeigen sind in den
- 10 bislang unveröffentlichten Patentanmeldungen DE 102 17 273.0 vom 18.04.2002 und DE 102 41 301.0 vom 04.09.2002, zwei weiteren Anmeldungen der Anmelderin der vorliegenden Anmeldung, beschrieben.
- 15 Die vorliegende Erfindung betrifft ein elektrooptisches Lichtsteuerelement, sowie solche Elemente enthaltende elektrooptische Anzeigen und Anzeigesysteme wie Fernsehbildschirme, Computermonitore und ähnliche. Die erfindungsgemäßen Lichtsteuerelemente enthalten ein mesogenes Steuermedium, das beim Betrieb der Lichtsteuerelemente in der isotropen
- 20 Phase vorliegt. Sie sind neben einem guten Kontrast und einer geringen Blickwinkelabhängigkeit des Kontrasts besonders durch sehr kurze Schaltzeiten, insbesondere zur Darstellung bewegter Bilder, wie z.B. bei Fernseh- oder Monitoranwendungen, bei gleichzeitig relativ niedriger Betriebsspannung ausgezeichnet.
- 25 Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung elektrooptische Lichtsteuerelemente, sowie solche Elemente enthaltende elektrooptische Anzeigen und Anzeigesysteme die eine verbesserte Zuverlässigkeit aufweisen.

30

### Aufgabe und Stand der Technik

- Konventionelle elektrooptischen Flüssigkristallanzeigen sind allgemein bekannt. Sie werden bei einer Temperatur betrieben, bei der sich das
- 35 Steuermedium in einer Mesophase befindet. Bei den meisten Anzeigetypen werden die Steuermedien in der nematischen Phase

verwendet. In der Mesophase haben die Steuermedien bereits anisotrope Eigenschaften, wie zum Beispiel eine Doppelbrechung ( $\Delta n$ ). Diese anisotropen Eigenschaften werden nicht erst durch ein elektrisches Feld induziert. Am weitesten verbreitet sind TN- (Englisch: „twisted nematic“) und STN- (Englisch: „super twisted nematic“) Anzeigen. Die Flüssigkristallzellen dieser Anzeigen haben Elektroden auf den Substraten auf den beiden einander gegenüberliegenden Seiten des Flüssigkristallmediums. Somit ist das elektrische Feld im wesentlichen vertikal zur Flüssigkristallschicht. Insbesondere die zuerst genannten Anzeigen werden in Kombination mit einer TFT Ansteuerung (Englisch: „thin film transistor“) für Anzeigen mit großem Informationsgehalt und großer Auflösung verwendet. So zum Beispiel in „lap-top“ und „note-book“ Computern. Insbesondere bei „desk-top“ Computermonitoren werden in neuerer Zeit zunehmend Flüssigkristallanzeigen des IPS- (Englisch: „in-plane switching“, z. B. DE 40 00 451 und EP 0 588 568) oder alternativ des VAN- (Englisch: „vertically aligned nematic“) Typs verwendet. VAN-Anzeigen sind eine Variante der ECB- (Englisch: „electrically controlled birefringence“) Anzeigen. In einer modernen Variante den MVA-Anzeigen (Englisch: „multi domain vertically aligned“) werden pro angesteuerter Elektrode mehrere Domänen stabilisiert und zusätzlich wird eine spezielle optische Kompensationsschicht verwendet. Diese Anzeigen verwenden, wie die bereits erwähnten TN-Anzeigen, ein zur Flüssigkristallschicht vertikales elektrisches Feld. Im Gegensatz hierzu verwenden IPS-Anzeigen in der Regel Elektroden auf nur einem Substrat, also an einer Seite der Flüssigkristallschicht, sind also durch eine wesentliche Komponente des elektrischen Felds parallel zur Flüssigkristallschicht gekennzeichnet.

Allen diesen konventionellen Anzeigen ist ein relativ langsames Schalten gemein, insbesondere ist dieses für die immer stärkere Verbreitung findenden TV- und Multi-Media-Anwendungen nicht ausreichend. Dieses fällt insbesondere im Vergleich mit den nahezu ubiquitären Kathodenstrahlröhren auf. Ein weiterer Nachteil der bekannten, in Flüssigkristallanzeigen eingesetzten elektro-optischen Effekte ist die deutliche Blickwinkelabhängigkeit des erzielten Kontrasts. Diese ist in den meisten Fällen so groß, daß für Anzeigen im Direktsichtbetrieb Kompensationsschichten,

typischerweise anisotrope Filme, mit zum Teil kompliziertem Aufbau, verwendet werden müssen.

5 In den unveröffentlichten Anmeldungen DE 10217273.0 und  
DE 102 41 301.0 werden Lichtsteuerelemente beschrieben, bei denen das  
mesogene Steuermedium bei der Betriebstemperatur in der isotropen  
Phase vorliegt. Diese Lichtsteuerelemente schalten besonders schnell und  
haben eine gute Blickwinkelabhängigkeit des Kontrasts. Allerdings ist die  
10 Zuverlässigkeit dieser Anzeigen bei längerem Betrieb für einige  
Anwendungen nicht ausreichend. So ist die elektrische Leitfähigkeit oft zu  
groß. Für die Ansteuerung mit einer Matrix von TFTs ist eine hohe „voltage  
holding ratio“ erforderlich. Diese kann bei einigen der neuen Lichtsteuer-  
elemente nur durch den Einsatz von Speicherkondensatoren (bzw.  
-kapazitäten) erreicht werden. Diese benötigen jedoch meist weitere  
15 Prozeßschritte bei der Herstellung der aktiven Substrate und führen in der  
Regel zu einer Verringerung des Anteils der für den elektrooptischen  
Effekt nutzbaren Fläche. Der oft unerwünscht hohe Stromfuß durch die  
Lichtsteuerelemente führt zu einer niedrigen „voltage holding ratio“ und  
somit zu einem unerwünschten Energieverbrauch. Ferner treten an den  
20 Kanten und besonders an den Ecken der Elektrodenstruktur unerwünschte  
Effekte auf. Hier treten Änderungen des Kontrasts auf, die, insbesondere  
mit zunehmender Betriebsdauer, zu einer Verschlechterung des Kontrasts  
der Lichtsteuerelemente führen können. Die beschriebenen Effekte  
begrenzen die Einsatzmöglichkeiten der neuen Lichtsteuerelemente und  
25 führen zu kurzen Lebensdauern der entsprechenden Anzeigen,  
insbesondere unter Belastungen wie erhöhter Temperatur oder elektro-  
magnetischer Strahlung, insbesondere starkem sichtbaren Licht oder UV-  
Strahlung.

30 Eine Verringerung der Konzentration von stark polaren Verbindungen in  
den Steuermedien kann zu einer Verringerung der oben beschriebenen  
unerwünschten Effekte führen. Da die neuen elektrooptischen Ansteuer-  
elemente relativ hohe Ansteuerspannungen benötigen, die bei ein-  
geschränkter Verwendung von stark polaren Verbindungen sogar noch  
35 ansteigen würden ist diese Möglichkeit in der Regel nicht besonders  
vorteilhaft.

Der vorliegenden Erfindung lag die Aufgabe zugrunde besonders schnell schaltende Lichtsteuerelemente mit geringer Blickwinkelabhängigkeit und insbesondere mit niedrigen Ansteuerspannungen zu realisieren. Diese  
5 Lichtsteuerelemente sollen eine Schichtdicke der Steuermedien in der Größenordnung einiger  $\mu\text{m}$  aufweisen. Sie sollen als Elemente von FPDs (Englisch: „flat panel displays“, also flachen Anzeigen), wie zum Beispiel Flachbildschirmen für Computer, eingesetzt werden. Ferner sollen die  
10 Lichtsteuerelemente sie mittels einer möglichst einfachen Elektrodenkonfiguration ansteuerbar sein und eine niedrige Betriebsspannung aufweisen. Darüber hinaus sollen sie für die Anwendung in elektrooptischen Anzeigen einen guten Kontrast mit einer geringen Blickwinkelabhängigkeit haben und insbesondere sollte ihre Zuverlässigkeit, wie die Lebensdauer auch unter Belastung und bei breitem Arbeitstemperaturbereich besonders gut sein.  
15

Somit besteht der Bedarf nach verbesserten Lichtsteuerelementen insbesondere mit verbesserter Zuverlässigkeit.

## 20 Vorliegende Erfindung

Überraschend wurde gefunden, dass, wie im Folgenden beschrieben, Lichtsteuerelemente die eine isotropes mesogenes Steuermedium verwenden mit einer guten Zuverlässigkeit erhalten werden können.  
25

Die elektrooptischen Lichtsteuerelemente gemäß der vorliegenden Erfindung umfassen

- ein Substrat oder mehrere Substrate,
- eine Elektrodenanordnung,
- 30 - mindestens ein Element oder mehrere Elemente zur Polarisierung des Lichts und
- ein Steuermedium,

und sind dadurch gekennzeichnet, dass

- das Lichtsteuerelement bei einer Temperatur betrieben wird, bei  
35 der das Steuermedium im nicht angesteuerten Zustand in der isotropen Phase vorliegt und dass

- die Elektrodenanordnung ein elektrisches Feld mit einer signifikanten Komponente parallel zur Fläche des mesogenen Steuermediums erzeugen kann und dass
- das Lichtsteuerelement eine feste dielektrische Schicht zwischen der Elektrodenanordnung und der mesogenen Steuerschicht umfaßt.

Ein wesentlicher Aspekt der vorliegenden Erfindung besteht im Vorhandensein der festen dielektrischen Schicht zwischen der Elektrodenanordnung und der mesogenen Steuerschicht und in ihrer Ausgestaltung. Die feste dielektrische Schicht zwischen der Elektrodenanordnung und der mesogenen Steuerschicht der erfindungsgemäßen Lichtsteuerelemente kann aus bekannten festen anorganischen oder polymeren organischen Dielektrika bestehen. Die feste dielektrische Schicht ist eine elektrisch isolierenden Schicht. Bevorzugt sind Schichten aus  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{SiO}_x$ , Siliziumnitrid oder Siliziumkarbid, ganz besonders bevorzugt aus  $\text{SiO}_2$  oder  $\text{SiO}_x$ .

Diese feste dielektrische Schicht kann mittels bekannter Verfahren, wie z.B. Sputtern oder Aufdampfen, hergestellt werden.

Hierbei kann es vorteilhaft sein die feste dielektrische Schicht in einem gemeinsamen Prozeßschritt bei der Herstellung einer der Schichten der elektrisch nichtlinearen Elemente der Aktiven Matrizen z.B. der TFTs herzustellen. Hierbei bietet sich insbesondere die oberste Schicht dieser TFTs oder deren „Top coat“ an. Es können jedoch auch übliche Planarisierungsschichten verwendet werden.

Die Schichtdicke der festen dielektrischen Schicht sollte ausreichend groß sein um den erwünschten Effekt der Passivierung zu erzielen, sie sollte jedoch nicht zu groß gewählt werden um die effektive Spannung für den elektrooptischen Effekt nicht zu sehr zu erniedrigen. Bevorzugt sollte die Schichtdicke der festen dielektrischen Schicht nicht mehr als 90% der Dicke des mesogenen Steuermediums betragen. Als besonders günstig hat sich eine Schichtdicke der dielektrischen Schicht im Bereich von 2 nm

bis 5  $\mu\text{m}$ , bevorzugt im Bereich von 10 nm bis 1  $\mu\text{m}$  und besonders bevorzugt im Bereich von 50 nm bis 500 nm erwiesen.

5 Die feste dielektrische Schicht kann sich kontinuierlich über die gesamte Fläche des Lichtsteuerelements erstrecken. Sie kann jedoch in einigen Fällen auch zweckmäßigerweise strukturiert sein und sich nur über Teile der Fläche des Lichtsteuerelements erstrecken. Die feste dielektrische Schicht bedeckt die Elektrodenstruktur mindestens teilweise, besonders bevorzugt bedeckt sie insbesondere die Ecken und/oder Kanten der Elektroden im wesentlichen vollständig, an denen die Kontraständerungen, insbesondere unter Belastung, in der Regel zuerst beobachtet werden.

10 In einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die Elektrodenanordnung so gestaltet, dass mindestens eine der vier folgenden Bedingungen erfüllt ist

- 15 - die in der Ebene der Steuerschicht einander benachbarten elektrisch leitfähigen Schichten haben einen Abstand von 10  $\mu\text{m}$  oder weniger voneinander,
- 20 - die leitfähige Schicht oder, wenn mehrere der elektrisch der leitfähigen Schichten vorhanden sind, eine oder mehrere dieser Schichten der Elektrodenstruktur ist bzw. sind erhaben,
- die Elektrodenstruktur umfaßt jeweils zwei oder mehrere Schichten die einander überlagern, elektrisch leitend miteinander verbunden sind und gleichzeitig über wesentliche Teile ihrer Fläche voneinander durch eine dielektrische Schicht getrennt sind,
- 25 - die elektrisch leitfähige Schicht oder, wenn mehrere der elektrisch der leitfähigen Schichten vorhanden sind, eine oder mehrere der leitfähigen Schichten der Elektrodenstruktur ist bzw. sind durch eine feste dielektrische Schicht vom jeweiligen darunterliegenden Substrat getrennt.

30 Neben der niedrigen Ansteuerspannung, dem guten Kontrast dieser Anzeigen mit besonders geringer Blickwinkelabhängigkeit und sehr kurzen Schaltzeiten ist ihre Zuverlässigkeit hervorragend.

35

Im Folgenden wird die vorliegende Erfindung näher erläutert.

5 Bevorzugt wird als Steuermedium des Lichtsteuerelements ein mesogenes Medium verwendet. Als mesogene Medien werden in der vorliegenden Anmeldung Medien bezeichnet, die eine Mesophase aufweisen, die in einer Mesophase löslich sind ohne deren Phasenbereich besonders stark zu verschmälern oder die eine Mesophase induzieren. Die Mesophase ist eine smektische Phase oder eine nematische Phase, bevorzugt eine nematische Phase.

10 Als bevorzugtes Medium zur Untersuchung der mesogenen Eigenschaften der Verbindungen, Komponenten oder Medien, die selbst keine Mesophase aufweisen, wird die nematische Mischung ZLI-4792 der Merck KGaA, Darmstadt, Deutschland verwendet. Bevorzugt haben die  
15 mesogenen Verbindungen, Komponenten oder Medien einen aus 10%-iger Lösung in dieser Mischung extrapolierten Klärpunkt von  $-100^{\circ}\text{C}$  oder mehr, besonders bevorzugt von  $-50^{\circ}\text{C}$  oder mehr und ganz besonders bevorzugt von  $-20^{\circ}\text{C}$  oder mehr.

20 Die erfindungsgemäßen Lichtsteuerelemente enthalten bevorzugt ein mesogenes Medium, das bei Betriebstemperatur in der isotropen Phase vorliegt. Dieses Medium befindet sich zweckmäßiger Weise auf bzw. unter einem Substrat.

25 In der Regel befindet sich das Steuermedium zwischen zwei Substraten. Diese Ausführungsform ist bevorzugt. Wenn sich das Steuermedium zwischen zwei Substraten befindet ist mindestens eines dieser Substrate lichtdurchlässig. Das lichtdurchlässige Substrat, bzw. die lichtdurch-  
30 lässigen Substrate können z. B. aus Glas, Quarz oder Kunststoff bestehen. Wird ein Substrat verwendet, das nicht lichtdurchlässig ist, so kann dies unter anderem aus einem Metall oder einem Halbleiter bestehen. Diese Medien können als solche verwendet werden oder auf einem Träger, z.B. einer Keramik, vorliegen. Ist das Steuermedium ein polymeres Medium so kann gegebenenfalls auf die Verwendung eines  
35 zweiten Substrats verzichtet werden. Polymere Steuermedium können

sogar selbsttragend ausgeführt werden. In diesem Fall wird gar kein Substrat benötigt.

5 Die Betriebstemperatur des Lichtsteuerelements liegt bevorzugt oberhalb der Übergangstemperatur des Steuermediums zur isotropen Phase, in der Regel im Bereich von  $0,1^\circ$  bis  $50^\circ$  oberhalb dieser Übergangstemperatur, bevorzugt im Bereich von  $0,1^\circ$  bis  $10^\circ$  oberhalb dieser Übergangstemperatur und besonders bevorzugt im Bereich von  $0,1^\circ$  bis  $5^\circ$  oberhalb dieser Übergangstemperatur.

10 Bei Anlegen einer Spannung wird in dem mesogenen Medium in der isotropen Phase eine Orientierung induziert, welche zu einer optischen Verzögerung führt, die auf bekannte Weise visualisiert werden kann. Bevorzugt wird ein inhomogenes elektrisches Feld angewendet.

15 Die erfindungsgemäßen Lichtsteuerelemente enthalten mindestens ein Element zur Polarisierung des Lichts. Zusätzlich enthalten sie bevorzugt ein weiteres optisches Element. Dieses weitere optische Element ist entweder ein zweites Element zur Polarisierung des Lichts, ein Reflektor oder ein Transfektor.

20 Die optischen Elemente sind so angeordnet, dass das Licht beim Durchgang durch das mesogene Medium des Lichtsteuerelements sowohl vor dem Eintritt in das mesogene Medium, als auch nach dem Austritt aus dem mesogenen Medium mindestens ein polarisierendes Element durchläuft.

25 In einer bevorzugten Ausführungsform des Lichtsteuerelements gemäß der vorliegenden Erfindung befindet sich das mesogene Medium zwischen zwei Polarisatoren, also einem Polarisator und einem Analysator. Bevorzugt werden zwei Linearpolarisatoren verwendet. In dieser Ausführungsform sind die Absorptionsachsen der Polarisatoren bevorzugt gekreuzt und bilden bevorzugt einen Winkel von im wesentlichen  $90^\circ$ .

30 Optional enthält das erfindungsgemäße Lichtsteuerelement eine oder mehrere doppelbrechende Schichten. Bevorzugt enthält es eine  $\lambda/4$ -

35

Schicht oder mehrere  $\lambda/4$ -Schichten, bevorzugt eine  $\lambda/4$ -Schicht. Die optische Verzögerung der  $\lambda/4$ -Schicht beträgt bevorzugt ca. 140 nm.

5 Die Schichtdicke (d) des mesogenen Steuermediums beträgt bevorzugt 0,1  $\mu\text{m}$  bis 5.000  $\mu\text{m}$  (i.e. 5 mm), besonders bevorzugt 0,5  $\mu\text{m}$  bis 1.000  $\mu\text{m}$  (i.e. 1 mm), besonders bevorzugt 1,0  $\mu\text{m}$  bis 100  $\mu\text{m}$  und ganz besonders bevorzugt 3,0  $\mu\text{m}$  bis 30  $\mu\text{m}$  und insbesondere 3,5  $\mu\text{m}$  bis 20  $\mu\text{m}$ . In einer bevorzugten Ausführungsform beträgt die Schichtdicke des mesogenen Steuermediums bevorzugt 0,5  $\mu\text{m}$  bis 50  $\mu\text{m}$ , besonders  
10 bevorzugt 1,0  $\mu\text{m}$  bis 20  $\mu\text{m}$  und ganz besonders bevorzugt 1,0  $\mu\text{m}$  bis 8,0  $\mu\text{m}$ .

Gegenstand der vorliegenden Erfindung sind auch elektrooptische Anzeigen, die ein oder mehrere erfindungsgemäße Lichtsteuerelemente  
15 enthalten. Bevorzugt werden diese elektrooptischen Anzeigen mittels einer aktiven Matrix angesteuert.

Gegenstand der vorliegenden Erfindung sind des weiteren elektrooptische Anzeigesysteme enthaltend eine oder mehrere erfindungsgemäße  
20 elektrooptische Anzeigen. Diese elektrooptische Anzeigesysteme werden bevorzugt zur Darstellung von Information, unter anderem, bevorzugt als Fernschirmschirm oder als Computermonitor verwendet. Bei der darzustellenden Information handelt es sich bevorzugt um digitale Signale oder um Videosignale.

25 Das erfindungsgemäße Lichtsteuerelement kann zusätzlich ein oder mehrere weitere übliche optische Elemente wie doppelbrechende Schichten (z.B. Kompensationsschichten), Diffusorschichten, und Elemente zur Erhöhung der Helligkeit und/oder der Lichtausbeute und/oder der Blickwinkelabhängigkeit enthalten, wobei diese Aufzählung  
30 nicht abschließend ist.

Die erfindungsgemäßen Lichtsteuerelemente sind durch einen guten Kontrast gekennzeichnet, der stark und nahezu überwiegend von den  
35 Eigenschaften der verwendeten Polarisatoren abhängt. Zum Vergleich mit herkömmlichen TN-Zellen werden hier TN-Zellen mit einer optischen

Verzögerung von 0,50  $\mu\text{m}$ , positivem Kontrast und der Absorptionsachse der Polarisatoren senkrecht zu der Vorzugsorientierung der nematischen Flüssigkristalle am benachbarten Substrat, die nicht chirale Flüssigkristalle enthalten, herangezogen. Werden bei den erfindungsgemäßen  
5 Lichtsteuerelementen und bei diesen herkömmlichen TN-Zellen die gleichen Polarisatoren verwendet, ist der Kontrast der erfindungsgemäßen Lichtsteuerelemente um 40% oder mehr größer als der der TN-Zellen.

Die Blickwinkelabhängigkeit des Kontrasts der erfindungsgemäßen Lichtsteuerelemente ist sehr gut. Sie ist deutlich besser als die der bekannten ECB-Zellen. Sie ist eher vergleichbar mit der bei den kommerziell verfügbaren IPS-Anzeigen (z.B. von Hitachi und NEC, beide Japan) und MVA-Anzeigen (z.B. von Fujitsu, Japan) beobachteten  
10 Blickwinkelabhängigkeit. Sie ist viel geringer als die der konventionellen TN-Anzeigen. So schließt eine Isokontrastkurve eines gegebenen Kontrastverhältnisses bei den erfindungsgemäßen Lichtsteuerelementen in der Regel einen Winkelbereich ein, der mehr als doppelt so groß, oft sogar mehr als dreimal so groß ist wie die entsprechende  
15 Isokontrastkurve für das gleiche Kontrastverhältnis bei der TN-Anzeige.

Die Schaltzeiten der erfindungsgemäßen Lichtsteuerelemente sind sehr klein. Sie liegen in der Regel bei Werten von 1 ms oder weniger, bevorzugt bei 0,5 ms oder weniger besonders bevorzugt bei 0,1 ms oder weniger.  
20

Besonders vorteilhaft ist die Tatsache, dass beim Schalten zwischen verschiedenen Graustufen sowohl die Schaltzeit für das Ausschalten, als auch, besonders überraschend, die für das Einschalten nahezu unabhängig von der verwendeten Ansteuerspannung sind. Dies stellt einen wesentlichen Vorteil gegenüber herkömmlichen  
25 Lichtsteuerelementen wie Flüssigkristallzellen, z.B. TN-Zellen, dar.

Zur Untersuchung des Schaltverhaltens bei der Ansteuerung von Graustufen wurden die erfindungsgemäßen Lichtsteuerelemente jeweils verschiedenen Ansteuerspannungen geschaltet. Dabei wurden  
30 charakteristische Spannungen der elektrooptischen Kennlinie als Endpunkte gewählt, z.B.  $V_{10}$ ,  $V_{20}$ ,  $V_{30}$ , ... bis  $V_{90}$ . Dann wurde von einer  
35

gegebenen charakteristischen Spannung auf die anderen Spannungen und zurück geschaltet, z.B. von  $V_{10}$  auf jede der Spannungen  $V_{90}$ ,  $V_{80}$ ,  $V_{70}$  bis  $V_{20}$ . Als nächstes wurde eine andere der charakteristischen Spannungen gewählt und von dieser auf jeder der höheren charakteristischen Spannungen und zurück geschaltet, z.B. von  $V_{20}$  auf jede der Spannungen  $V_{90}$ ,  $V_{80}$ ,  $V_{70}$  bis  $V_{30}$  und so weiter bis zur Ausgangsspannung  $V_{80}$  von der auf  $V_{90}$  und zurück geschaltet wird. Bei den Lichtsteuerelementen gemäß der vorliegenden Erfindung ist in allen diesen Fällen die Einschaltzeit vom Zeitpunkt des Einschaltens der neuen Spannung bis zum Erreichen von 90% der jeweiligen maximalen Transmissionsänderung für alle diese Schaltvorgänge in erster Näherung identisch.

Elektrooptische Anzeigen gemäß der vorliegenden Erfindung enthalten ein oder mehrere erfindungsgemäße Lichtsteuerelemente. Diese werden in einer bevorzugten Ausführungsform mittels einer Aktiven Matrix angesteuert.

In einer anderen bevorzugten Ausführungsform werden die erfindungsgemäßen Lichtsteuerelemente im sogenannten „field sequential mode“ angesteuert. Hierbei werden die Schaltelemente synchron zur Ansteuerung nacheinander mit verschieden farbigem Licht beleuchtet. Zur Erzeugung des gepulsten farbigen Lichts können beispielsweise ein Farbrad („color wheel“), Stroboskoplampen oder Blitzlampen eingesetzt werden.

Elektrooptische Anzeigen gemäß der vorliegenden Erfindung können, insbesondere wenn sie für Fernsehbildschirme, Computermonitore oder ähnliches verwendet werden, zur Darstellung farbiger Bilder einen Farbfilter enthalten. Dieser Farbfilter besteht zweckmäßiger Weise aus einem Mosaik von Filterelementen verschiedener Farben. Hierbei ist typischer Weise jedem elektro-optischen Schaltelement ein Element des Farbfiltermosaiks einer Farbe zugeordnet.

Die erfindungsgemäßen Lichtsteuerelemente enthalten eine Elektrodenstruktur die ein elektrisches Feld mit einer signifikanten Komponente

parallel zum Substrat, also auch parallel zur Schicht des mesogenen Mediums, erzeugt. Als Fläche des Steuermediums wird in diesem Zusammenhang die Fläche der hauptsächlichen Ausdehnung des Steuermediums verstanden, die in der Regel mit der Anzeige-  
5 übereinstimmt.

Die verwendeten Substrate können planar sein oder gewölbt, bevorzugt sind sie planar.

10 Die Elektrodenstruktur kann in der Form von interdigitalen Elektroden ausgeführt sein. Sie kann in Form von Kämmen oder Leitern ausgeführt sein. Auch Ausführungen in Form von überlagerten "H"s und doppel-"T"s bzw. "I"s sind vorteilhaft. Die Elektrodenstruktur befindet sich vorteilhaft auf  
15 nur einer Seite des mesogenen Mediums, bei Verwendung mindestens eines Substrats bevorzugt zwischen diesem und dem mesogenen Medium. Bevorzugt liegt die Elektrodenstruktur in mindestens zwei unterschiedlichen Ebenen die sich beide auf einer Seite des mesogenen Steuermediums befinden, vor, dies gilt insbesondere wenn die Elektrodenstruktur überlappende Teilstrukturen enthält. Diese Teilstrukturen werden  
20 vorteilhafter Weise durch eine dielektrische Schicht voneinander getrennt. Wenn sich die Teilstrukturen auf den gegenüberliegenden Seiten einer Isolationsschicht befinden kann ein "lay-out" gewählt werden, das die Realisierung von Kondensatoren erlaubt. Dies ist insbesondere bei der Ansteuerung von Anzeigen mittels einer aktiven Matrix vorteilhaft.  
25 Derartige aktiv Matrix Anzeigen verwenden eine Matrix von den einzelnen Lichtsteuerelementen zugeordneten Ansteuerelementen mit einer nicht-linearen Strom-Spannungs-Kennlinie, wie z. B. TFTs oder MIM- (Englisch: „metal insulator metal“) Dioden.

30 Ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung besteht in der Ausgestaltung der Elektrodenstruktur der erfindungsgemäßen elektro-optischen Schaltelemente. Hierbei sind verschiedene Ausführungsformen möglich. Im folgenden werden die bevorzugten Ausführungsformen den Elektroden der erfindungsgemäßen Lichtsteuerelemente gegebenenfalls  
35 unter Hinzuziehung der entsprechenden Abbildungen beschrieben.

Der Aufbau von Lichtsteuerelementen mit einem mesogenen Steuermedium wird hier kurz anhand der Abbildung 1 verdeutlicht.

5 Die Abbildung zeigt schematisch im Querschnitt den Aufbau eines solchen Schaltelements oder eines Teils eines solchen Schaltelements. Zwischen den inneren Oberflächen der Substrate (1) und (1') befindet sich das Steuermedium (2). Auf der inneren Oberfläche des einen Substrats (1) befinden sich die beiden Elektroden (3) und (4) der Elektrodenstruktur, die mit voneinander verschiedenen Potentialen beaufschlagt werden können. 10 „Vop“ bezeichnet die Spannungs-, Ladungs- bzw. Stromquelle. Die von Vop ausgehenden Linien symbolisieren die elektrischen Zuleitungen zu den Elektroden.

15 Die Elektroden können aus durchsichtigem Material bestehen, wie z. B. Indiumzinnoxid (ITO). In diesem Fall kann es vorteilhaft und gegebenenfalls nötig sein, einen Teil oder Teile des Lichtsteuerelements mittels einer schwarzen Maske abzudecken. Dies erlaubt Bereiche in denen das elektrische Feld nicht effektiv ist abzuschirmen und so den Kontrast zu verbessern. Die Elektroden können aber auch aus undurchsichtigem 20 Material bestehen, üblicherweise aus Metall, z.B. aus Chrom, Aluminium, Kupfer, Silber oder Gold, bevorzugt aus Chrom. In diesem Fall kann der Einsatz einer separaten schwarzen Maske gegebenenfalls entfallen.

25 Das verwendete elektrische Feld ist bevorzugt ein inhomogenes Feld.

30 In Abbildung 2 ist schematisch im Querschnitt der Aufbau eines erfindungsgemäßen Schaltelements oder eines Teils eines solchen Schaltelements dargestellt. Zwischen den inneren Oberflächen der Substrate (1) (mit den beiden Elektroden (3) und (4) der Elektrodenstruktur) und (1') befindet sich, wie bei dem in Abbildung 1 dargestellten Schaltelement, das Steuermedium (2). Auf der inneren Oberfläche des einen Substrats (1) oberhalb der Elektroden (3) und (4) befinden sich hier jedoch die feste dielektrische Schicht (5).

35 Die von Vop ausgehenden Linien symbolisieren wieder die elektrischen Zuleitungen zu den Elektroden.

Im Zusammenhang mit den Anteilen der Flächen der Elektrodenstruktur und der festen dielektrischen Schicht bedeutet

- 5
- der wesentliche Teil: bevorzugt 20 % oder mehr, besonders bevorzugt 30 % oder mehr und ganz besonders bevorzugt 40 % oder mehr,
  - der überwiegende Teil: bevorzugt 55 % oder mehr, besonders bevorzugt 60 % oder mehr und ganz besonders bevorzugt 70 % oder mehr,
- 10
- nahezu gesamt: bevorzugt 80 % oder mehr, besonders bevorzugt 90 % oder mehr und ganz besonders bevorzugt 95 % oder mehr, und
  - gesamt: bevorzugt 98 % oder mehr, besonders bevorzugt 99 % oder mehr und ganz besonders bevorzugt 100 %.

15 Die mesogenen Medien gemäß der vorliegenden Erfindung weisen bevorzugt eine nematische Phase auf. Es können jedoch auch Medien verwendet werden, bei denen der Temperaturbereich der nematischen Phase so schmal ist, dass praktisch ein Übergang von der kristallinen Phase oder von der smektischen Phase in die isotrope Phase erfolgt.

20 Der Klärpunkt der eine nematische Phase aufweisenden mesogenen Medien liegt bevorzugt im Bereich von  $-20^{\circ}\text{C}$  bis  $80^{\circ}\text{C}$ , besonders bevorzugt im Bereich von  $0^{\circ}\text{C}$  bis  $60^{\circ}\text{C}$  und ganz besonders bevorzugt im Bereich von  $20^{\circ}\text{C}$  bis  $60^{\circ}\text{C}$ . Bei Anzeigen mit Hintergrundbeleuchtung liegt der Klärpunkt bevorzugt im Bereich von  $10^{\circ}\text{C}$  bis  $70^{\circ}\text{C}$  und besonders bevorzugt im Bereich von  $30^{\circ}\text{C}$  bis  $50^{\circ}\text{C}$ .

25 Die nematische Phase ist bevorzugt stabil bis  $-10^{\circ}\text{C}$ , besonders bevorzugt bis  $-30^{\circ}\text{C}$  und ganz besonders bevorzugt bis  $-40^{\circ}\text{C}$ .

30 Die mesogenen Medien gemäß der vorliegenden Erfindung weisen in der nematischen Phase bei einer Temperatur von 4 Grad unter dem Klärpunkt bevorzugt eine Doppelbrechung ( $\Delta n$ ) von 0,080 oder mehr auf. Der Wert der Doppelbrechung ist für die erfindungsgemäße Anwendung so gut wie unbegrenzt. Praktisch ist er jedoch in der Regel 0,400 oder kleiner,

35 bevorzugt 0,300 oder kleiner und besonders bevorzugt 0,200 oder kleiner.

Der Wert der Doppelbrechung der erfindungsgemäßen Medien wird hier in der nematischen Phase bei einer Temperatur von 4° unterhalb des Klärpunkts gemessen.

5 Ist das Medium bei dieser Temperatur nicht stabil nematisch oder  
zumindest bis zu dieser Temperatur in der nematischen Phase unterkühl-  
bar, so wird die Doppelbrechung einer Mischung aus 10% des Mediums  
und 90% der nematischen Mischung ZLI-4792 der Merck KGaA bei 20°C  
bestimmt und aus der Änderung der Werte gegenüber denen der  
10 Wirtsmischung auf den Wert des reinen Mediums extrapoliert. Beträgt die  
Löslichkeit des Mediums in ZLI-4792 geringer als 10%, wird ausnahms-  
weise eine 5%-ige Lösung verwendet. Ist die Löslichkeit des Mediums in  
ZLI-4792 geringer als 5%, wird die nematische Mischung MLC-6828 der  
Merck KGaA als Wirtsmischung verwendet. Auch hier beträgt die  
15 Standardkonzentration 10% und nur wenn die Löslichkeit zur Herstellung  
der entsprechenden Mischung nicht ausreicht wird eine 5%-ige Lösung  
verwendet.

20 Für die Lichtsteuerelemente gemäß der vorliegenden Erfindung können  
sowohl mesogene Steuermedien verwendet werden, die in der Mesophase  
eine positive dielektrische Anisotropie ( $\Delta\epsilon$ ) aufweisen, als auch solche die  
eine negative dielektrische Anisotropie aufweisen. Bevorzugt werden  
mesogene Steuermedien verwendet, die in der Mesophase eine positive  
dielektrische Anisotropie ( $\Delta\epsilon$ ) aufweisen.

25 Wenn die mesogenen Steuermedien eine positive dielektrische  
Anisotropie haben, hat diese bei 1 kHz und einer Temperatur von 4°  
unterhalb des Klärpunkts, bevorzugt in der nematischen Phase, einen  
Wert von bevorzugt 40 oder mehr. Hat das Medium keine nematische  
30 Phase oder liegt es bei einer Temperatur von 4° unterhalb des Klärpunkts  
nicht in der nematischen Phase vor, so wird seine dielektrische  
Anisotropie, wie oben bei der Beschreibung der Bestimmung der  
Doppelbrechung der Medien beschrieben, durch Extrapolation der Werte  
einer Mischung von 10% bzw. 5% in der Wirtsmischung ZLI-4792 bzw.  
35 MLC-6828 ermittelt.

In der vorliegenden Anmeldung gilt, soweit nicht explizit anders angegeben, das Folgende.

Die dielektrische Anisotropie  $\Delta\epsilon$  der Verbindungen wird bei 1 kHz und 20°C durch Extrapolation der Werte einer 10%-igen Lösung der jeweiligen Verbindung in einer Wirtsmischung auf einen Anteil der jeweiligen Verbindung von 100% bestimmt. Die Kapazitäten der Testmischungen werden sowohl in einer Zelle mit homeotroper, als auch in einer Zelle mit homogener Randorientierung bestimmt. Die Schichtdicke beider Zellentypen beträgt circa 20  $\mu\text{m}$ . Zur Messung wird eine Rechteckwelle mit einer Frequenz von 1 kHz und einer effektiven Spannung (rms, Englisch: root mean square) von typischer Weise 0.1 V bis 1.0 V verwendet. In jedem Fall ist die verwendete Spannung niedriger als die kapazitive Schwelle der jeweils untersuchten Mischung.

Für dielektrisch positive sowie für dielektrisch neutrale Verbindungen wird, wie oben für die Steuermedien beschrieben, die Mischung ZLI-4792 bzw. MLC-6828, für dielektrisch negative Verbindungen, die Mischung ZLI-3086, beide von Merck KGaA, Deutschland, als Wirtsmischung verwendet.

Der Begriff Schwellenspannung bedeutet in der vorliegenden Anmeldung die optische Schwelle und wird für einen relativen Kontrast von 10 % ( $V_{10}$ ) angegeben. Die Mittgrauspannung und die Sättigungsspannung werden ebenfalls optisch bestimmt und für einen relativen Kontrast von 50%, bzw. von 90 % angegeben. Die kapazitive Schwellenspannung ( $V_0$ ), auch Freedericksz-Schwelle genannt, angegeben, so wird dies explizit angegeben.

Die angegebenen Bereiche von Werten schließen bevorzugt die Grenzwerte ein.

Die Konzentrationen sind in Massen-% gegeben und beziehen sich auf die vollständige Mischung. Temperaturen sind in Grad Celsius und Temperaturdifferenzen in Differenzgrad Celsius angegeben. Alle physikalischen Eigenschaften wurden bestimmt wie in "Merck Liquid

Crystals, Physical Properties of Liquid Crystals", Stand Nov. 1997, Merck KGaA, Deutschland und sind für eine Temperatur von 20 °C angegeben. Die optische Anisotropie ( $\Delta n$ ), auch Doppelbrechung genannt, wird bei einer Wellenlänge von 589,3 nm bestimmt. Die dielektrische Anisotropie ( $\Delta \epsilon$ ) wird bei einer Frequenz von 1 kHz bestimmt.

Im Zusammenhang mit Angaben zur Zusammensetzung der Medien, bzw. ihrer Komponenten, bedeutet

- 10 - „enthalten“, dass die Konzentration des jeweiligen genannten Materials, also der Komponente oder der Verbindung, in der Bezugseinheit, also dem Medium bzw. der Komponente, bevorzugt 10% oder mehr, besonders bevorzugt 20 % oder mehr und ganz besonders bevorzugt 30% oder mehr beträgt,
- 15 - „überwiegend bestehen aus“, dass die Konzentration des genannten Materials in der Bezugseinheit bevorzugt 50% oder mehr, besonders bevorzugt 60 % oder mehr und ganz besonders bevorzugt 70% oder mehr beträgt und
- 20 - „nahezu vollständig bestehen aus“, dass die Konzentration des genannten Materials in der Bezugseinheit bevorzugt 80% oder mehr, besonders bevorzugt 90 % oder mehr und ganz besonders bevorzugt 95% oder mehr beträgt.

Die Klärenthalpie wird mittels „differential scanning calorimetry“ bestimmt.

Die „voltage holding ratio“ wird mit einem kommerziell erhältlichen Meßgerät VHRM-100 der Firma Autronic Melchers, Deutschland bestimmt.

Der Stromfluß durch die Zelle wird mit einem kommerziell erhältlichen Meßgerät LCCS der Firma Autronic Melchers, Deutschland bestimmt.

Die dielektrischen Eigenschaften, elektrooptischen Eigenschaften (z.B. die Schwellenspannungen) und die Schaltzeiten wurden in bei der Merck KGaA, Darmstadt, Deutschland hergestellten Testzellen, bestimmt. Die

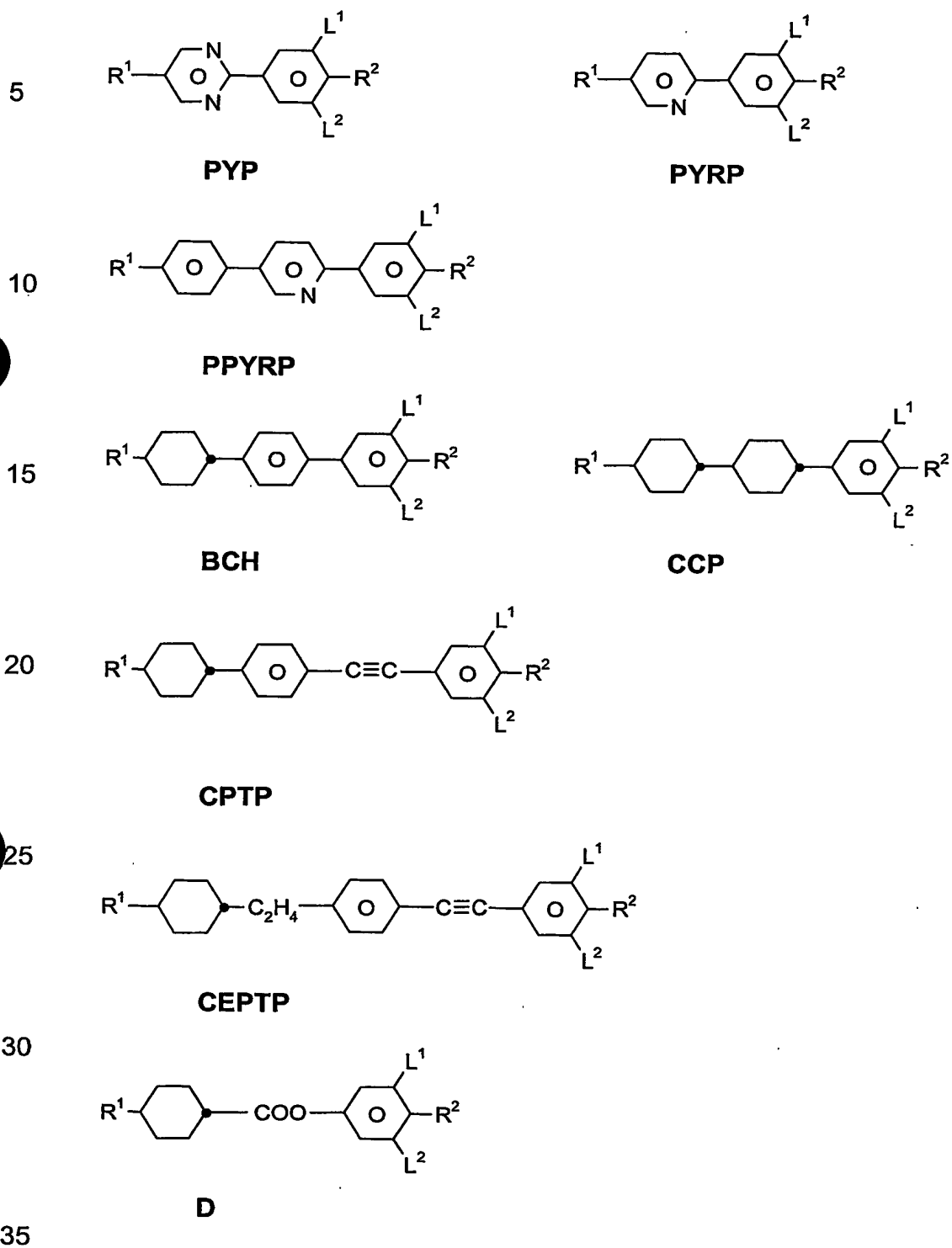
Testzellen zur Bestimmung von  $\Delta\epsilon$  hatten eine Schichtdicke von 22  $\mu\text{m}$  und eine kreisförmige Elektrode aus Indiumzinnoxid (ITO) mit einer Fläche von 1,13  $\text{cm}^2$  und einem Schutzring. Für homeotrope Orientierung zu Bestimmung von  $\epsilon_{||}$  wurden Zellen mit einer homeotrop orientierenden Polyimid-Orientierungsschicht verwendet. Alternativ kann Lezithin (Merck KGaA) als Orientierungsmittel verwendet. Die Zellen zur Bestimmung von  $\epsilon_{\perp}$  hatten Orientierungsschichten aus dem Polyimid AL-1054 der Firma Japan Synthetic Rubber, Japan. Die Kapazitäten wurden in der Regel mit einem Frequenzanalysator Solatron 1260 mit einer Rechteckwelle mit einer Effektivspannung von 0,3  $V_{\text{rms}}$  gemessen. Die elektrooptischen Untersuchungen wurden mit weißem Licht durchgeführt. Die charakteristischen Spannungen wurden unter senkrechter Beobachtung bestimmt.

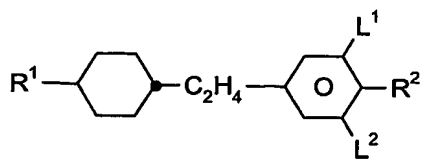
Die Dielektrizitätskonstante der Medien in der isotropen Phase wurde bei einer Temperatur von 4° oberhalb des Klärpunkts des jeweiligen Mediums bestimmt.

Die Medien wurden in Testzellen mit interdigitalen Elektroden gefüllt. Die Schichtdicke der Testzellen betrug ca. 10  $\mu\text{m}$ . Die Breite der Elektroden betrug 10  $\mu\text{m}$  und der Anstand zwischen den benachbarten Elektroden betrug 10  $\mu\text{m}$ . Die elektrooptische Kennlinie wurde bei verschiedenen Temperaturen oberhalb des Klärpunkts des jeweiligen Mediums bestimmt. Als charakteristischer Wert der Kennlinie wird in der vorliegenden Anmeldung der Wert der Spannung ( $V_{70}$ ) angegeben, bei der bei einer Temperatur von 2° oberhalb des Klärpunkts des jeweiligen Mediums ein relativer Kontrast von 70% erreicht wird.

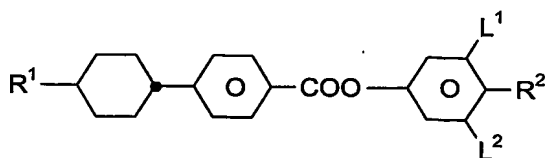
In der vorliegenden Anmeldung, besonders in den im folgenden beschriebenen Beispielen werden die Strukturen der chemischen Verbindungen mittels Abkürzungen angegeben. Die Bedeutung der jeweiligen Abkürzungen ist in den folgenden Tabellen A und B zusammengestellt. Alle Gruppen  $C_nH_{2n+1}$  und  $C_mH_{2m+1}$  sind geradkettige Alkylgruppen mit n bzw. m C-Atomen. Tabelle B ist aus sich selbst heraus verständlich, da sie jeweils die vollständige Abkürzung für eine Formel homologer Verbindungen angibt. In Tabelle A sind nur die Abkürzungen für die Kernstrukturen der Verbindungstypen zusammengestellt. Die Abkürzungen für die jeweiligen einzelnen Verbindungen setzen sich aus der jeweils zutreffenden dieser Abkürzungen für den Kern der Verbindung und der mittels einem Bindestrich angehängten Abkürzung für die Gruppen  $R^1$ ,  $R^2$ ,  $L^1$  und  $L^2$  gemäß folgender Tabelle zusammen.

	Abkürzung für R <sup>1</sup> R <sup>1</sup> , R <sup>2</sup> , L <sup>1</sup> , L <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	L <sup>1</sup>	L <sup>2</sup>
5	nm	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	C <sub>m</sub> H <sub>2m+1</sub>	H H
	nOm	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	OC <sub>m</sub> H <sub>2m+1</sub>	H H
	nO.m	OC <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	C <sub>m</sub> H <sub>2m+1</sub>	H H
	n	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	CN	H H
10	nN.F	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	CN	H F
	nN.F.F	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	CN	F F
	nON.F.F	OC <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	CN	F F
	nOF	OC <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	F	H H
15	nCl	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	Cl	H H
	nCl.F	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	Cl	H F
	nCl.F.F	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	Cl	F F
	nF	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	F	H H
20	nF.F	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	F	H F
	nF.F.F	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	F	F F
	nmF	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	C <sub>m</sub> H <sub>2m+1</sub>	F H
	nCF <sub>3</sub>	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	CF <sub>3</sub>	H H
25	nOCF <sub>3</sub>	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	OCF <sub>3</sub>	H H
	nOCF <sub>3</sub> .F	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	OCF <sub>3</sub>	H F
	nOCF <sub>3</sub> .F.F	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	OCF <sub>3</sub>	F F
	nOCF <sub>2</sub>	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	OCHF <sub>2</sub>	H H
30	nOCF <sub>2</sub> .F	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	OCHF <sub>2</sub>	H F
	nOCF <sub>2</sub> .F.F	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	OCHF <sub>2</sub>	F F
	nS	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	NCS	H H
	nS.F	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	NCS	H F
35	nS.F.F	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	NCS	F F
	rVsN	C <sub>r</sub> H <sub>2r+1</sub> -CH=CH-C <sub>s</sub> H <sub>2s</sub> -	CN	H H
	rOsN	C <sub>r</sub> H <sub>2r+1</sub> -O-C <sub>s</sub> H <sub>2s</sub> -	CN	H H
	nAm	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	COOC <sub>m</sub> H <sub>2m+1</sub>	H H

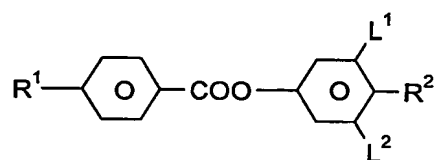
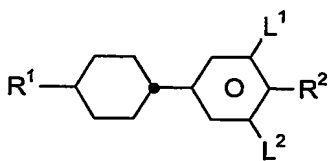
**Table A:**



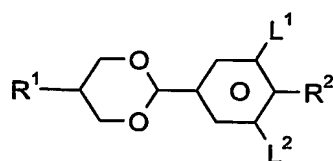
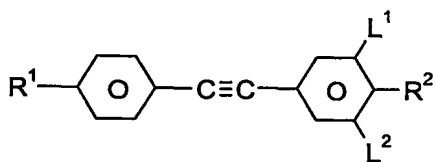
5

**EPCH**

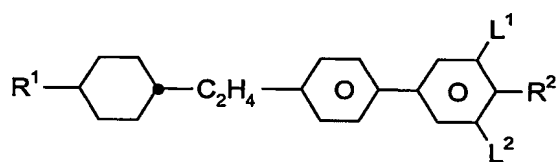
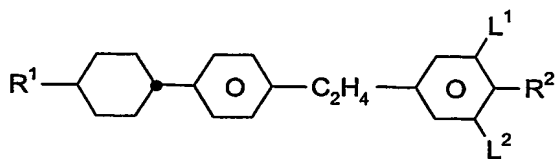
10

**HP****ME**

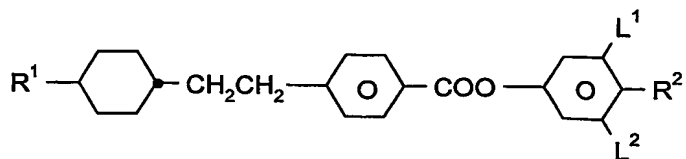
15

**PCH****PDX**

20

**PTP****BECH**

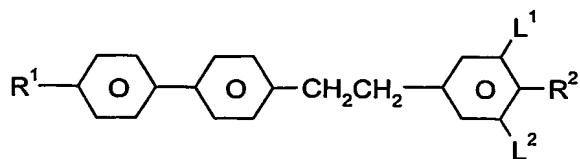
25

**EBCH**

30

**EHP**

35

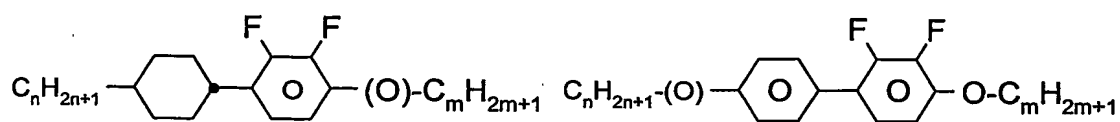


5

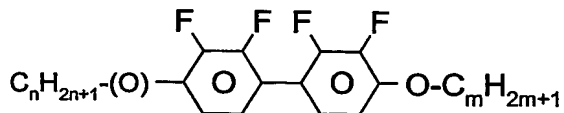
ET

**Table B:**

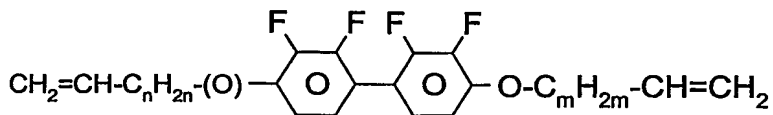
10

**PCH-n(O)mFF****PY-n(O)-Om**

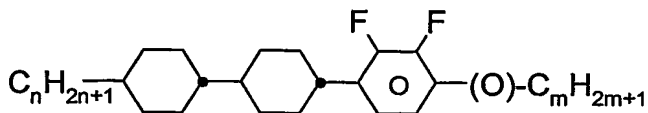
15

**YY-n(O)-Om**

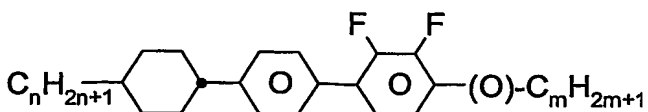
20

**YY-Vn(O)-OmV**

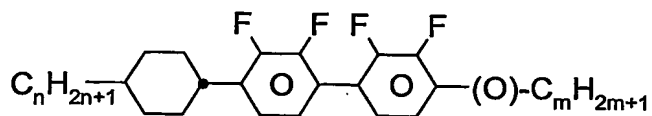
25

**CCP-n(O)mFF**

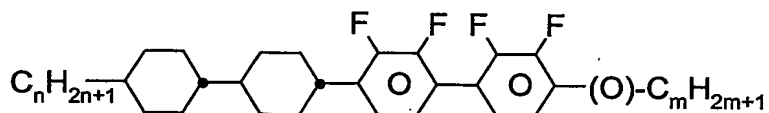
30

**CPY-n(O)-m**

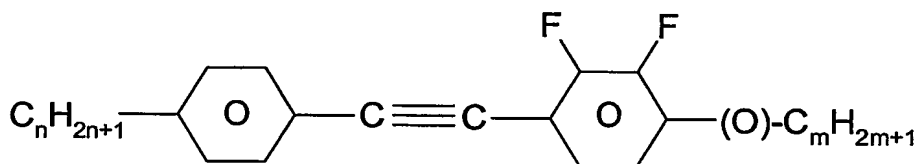
35



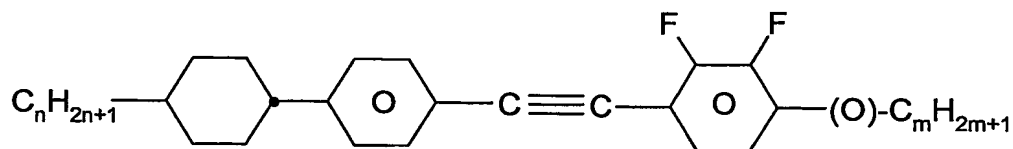
5

**CYY-n-(O)m**

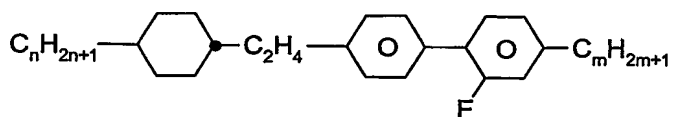
10

**CCYY-n-(O)m**

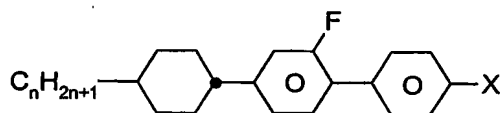
15

**PTP-n(O)mFF**

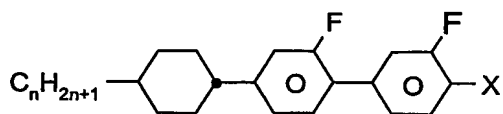
20

**CPTP-n(O)mFF**

25

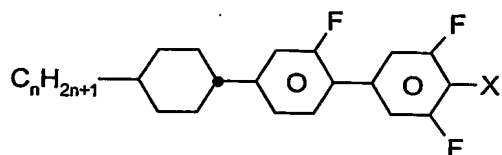
**Inm****CGP-n-X**

30

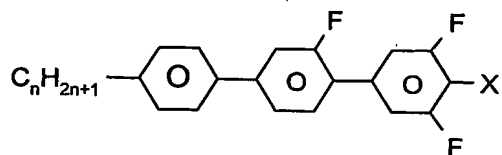
**(X = besonders F, Cl, CN=, N=, NCS=, S=)**

35

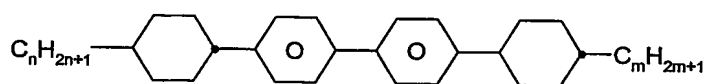
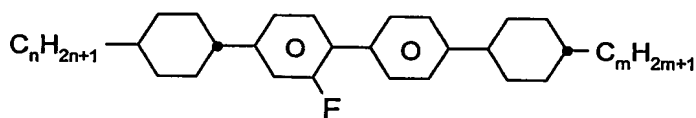
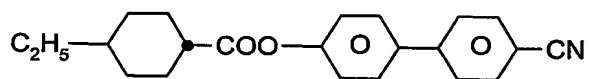
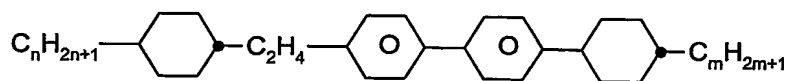
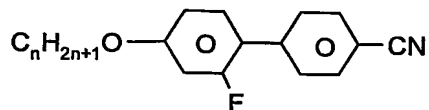
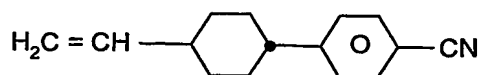
**CGG-n-X****(X = besonders F, Cl, CN=, N=, NCS=, S=)**

**CGU-n-X**

(X = besonders F, Cl, CN=„N“, NCS=„S“)

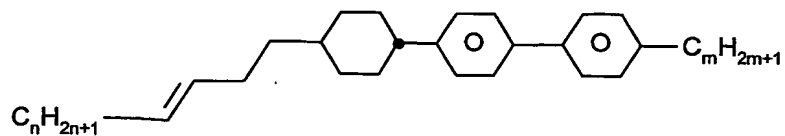
**PGU-n-X**

(X = besonders F, Cl, CN=„N“, NCS=„S“)

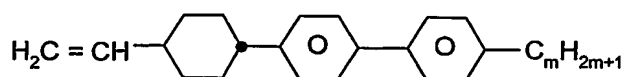
**CBC-nm****CBC-nmF****CHE****ECBC-nm****GP-nO-N**

**CP-V-N**

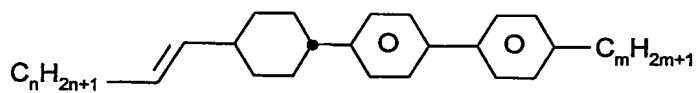
5

**CPP-nV2-m**

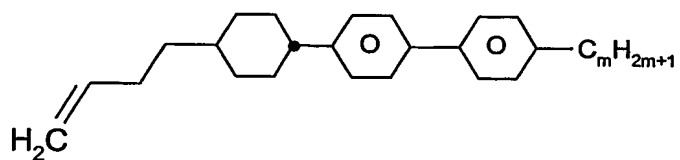
10

**CPP-V-m**

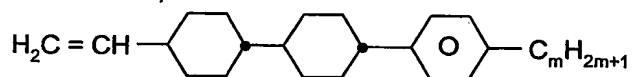
15

**CPP-nV-m**

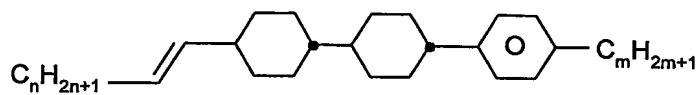
20

**CPP-V2-m**

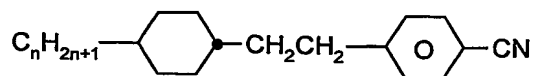
25

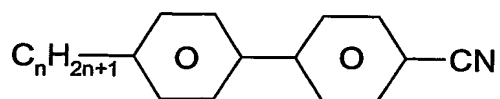
**CCP-V-m**

30

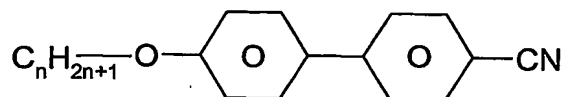
**CCP-nV-m**

35

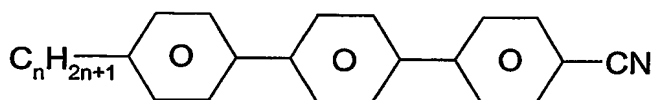
**G3'n**



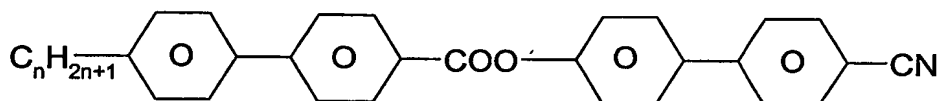
5

**K3-n**

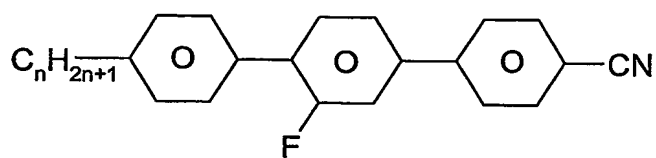
10

**M3-n**

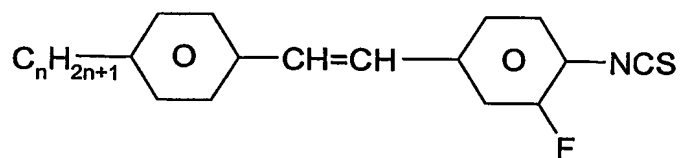
15

**T3-n**

20

**BB3-n**

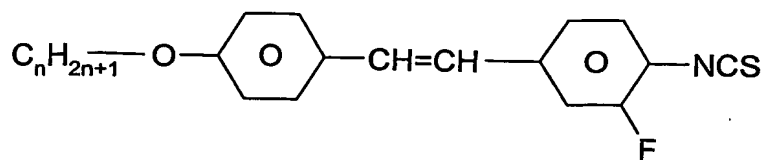
25

**PGIP-n-N**

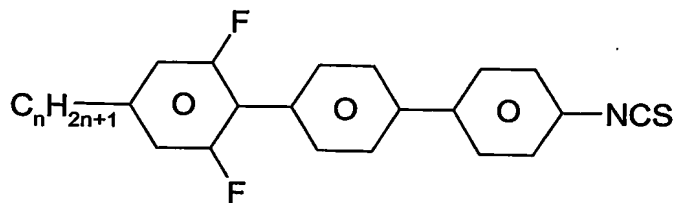
30

**PVG-n-S**

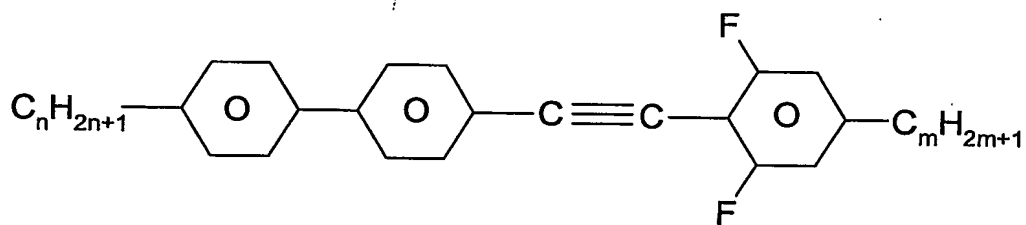
35



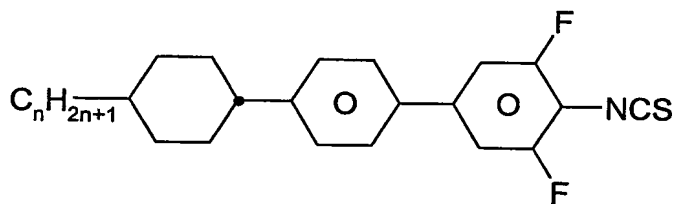
5

**PVG-nO-S**

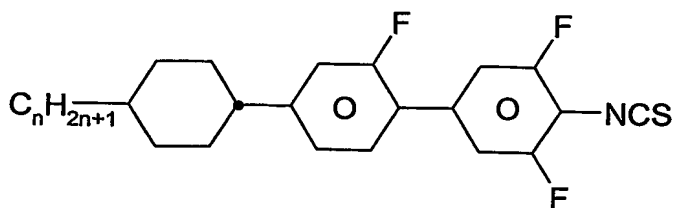
10

**UPP-n-S**

15

**PPTUI-n-m**

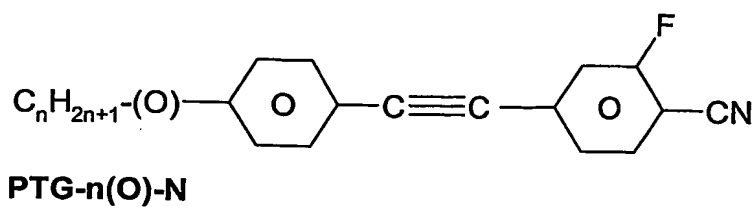
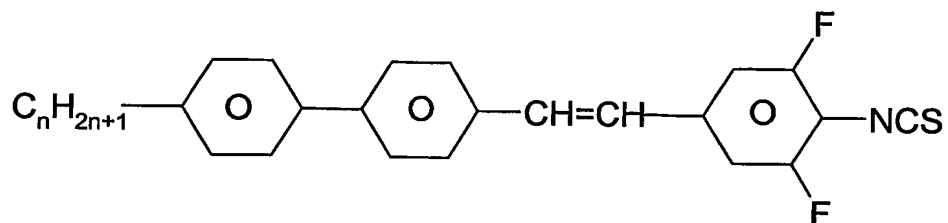
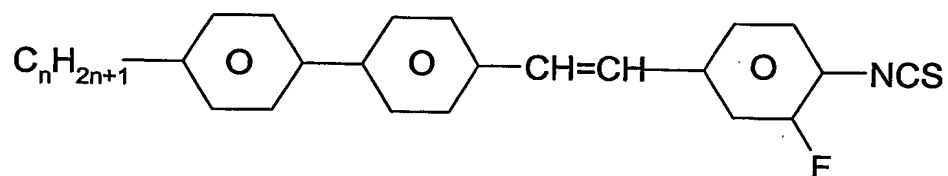
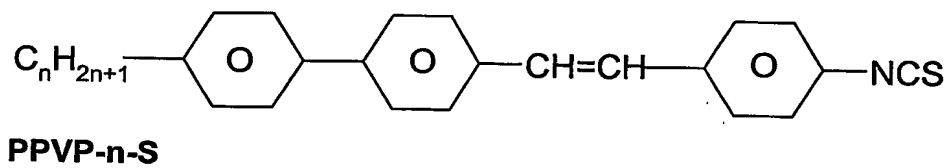
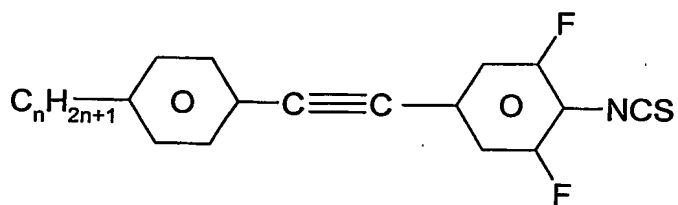
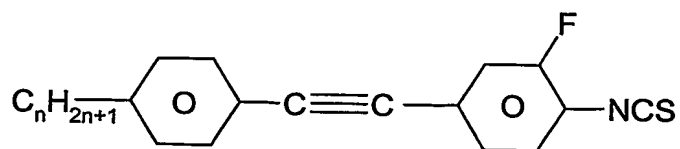
25

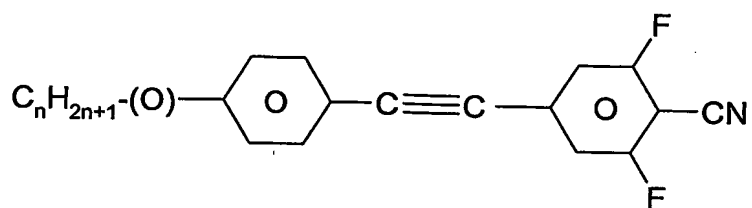
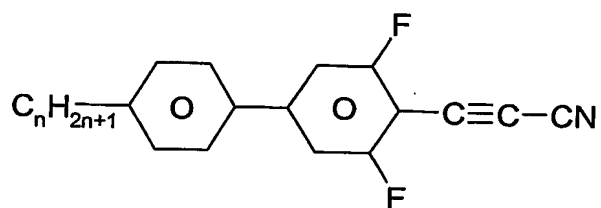
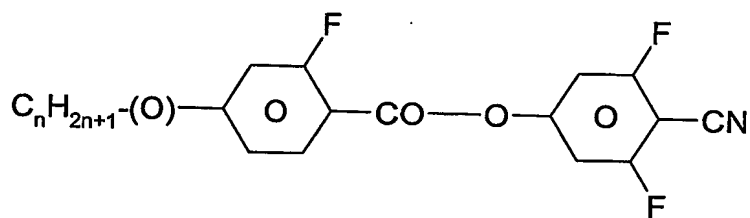
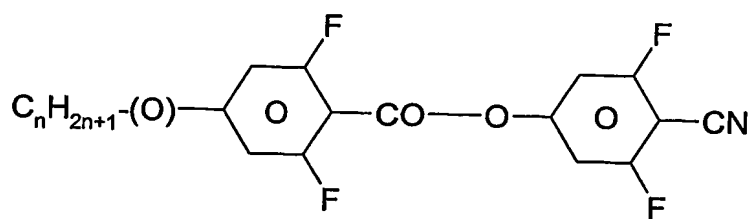
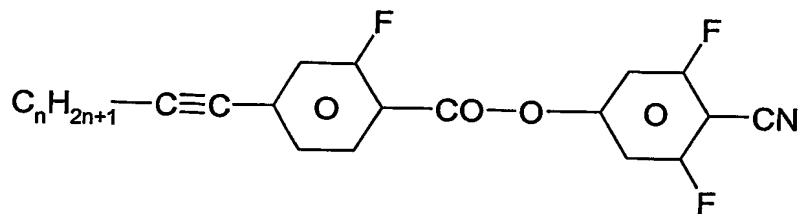
**CPU-n-S**

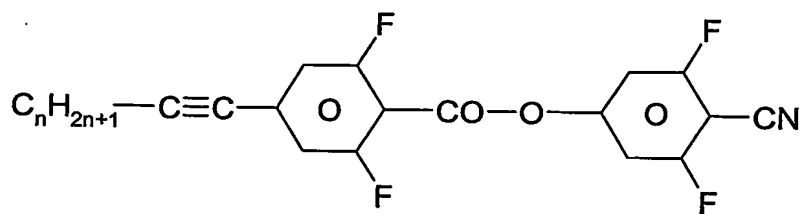
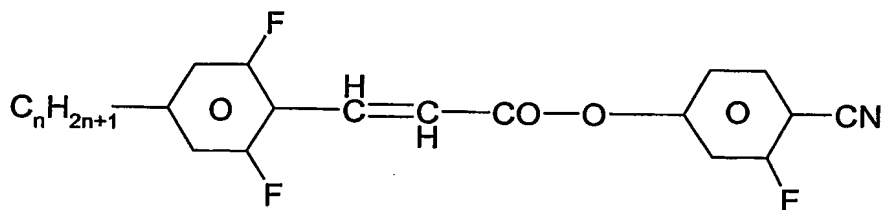
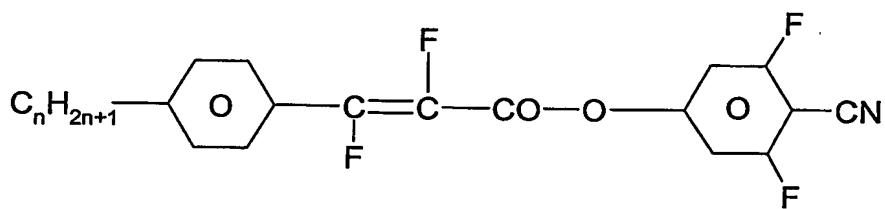
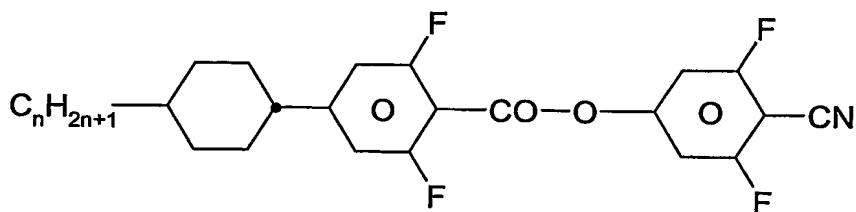
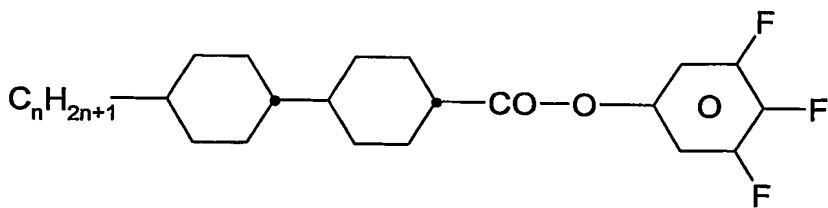
30

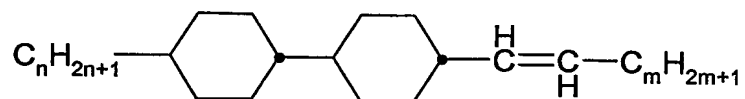
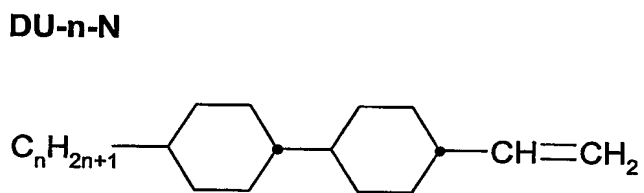
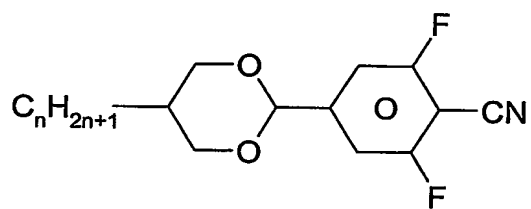
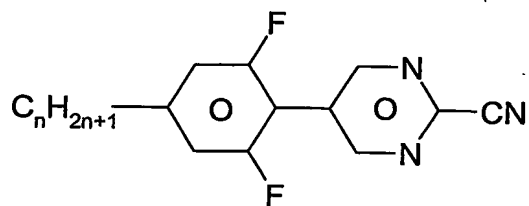
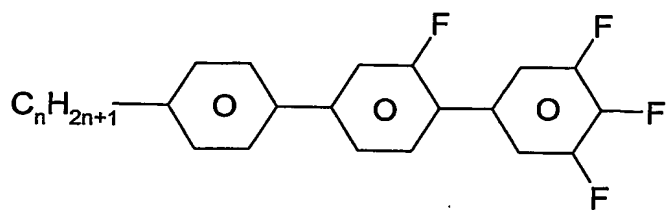
**CGU-n-S**

35



**PTU-n(O)-N****PU-n-AN****GZU-n(O)-N****UZU-n(O)-N****GZU-nA-N**

**UZU-nA-N****UVZG-n-N****PWZU-3-N****CUZU-n-N****CCZU-n-F**



30

35

Die mesogenen Medien gemäß der vorliegenden Anmeldung enthalten bevorzugt

- vier oder mehr, bevorzugt sechs oder mehr, Verbindungen ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen der Tabellen A und B und/oder
- fünf oder mehr Verbindungen ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen der Tabelle B und/oder
- zwei oder mehr Verbindungen ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen der Tabelle A.

### Beispiele

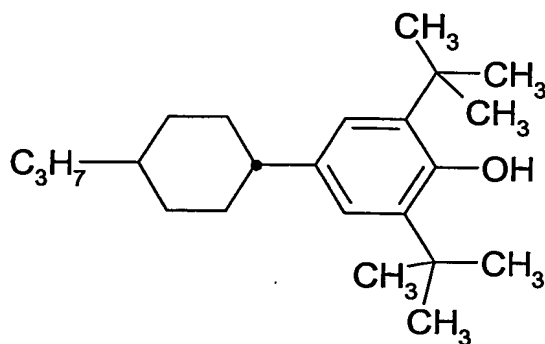
Die im Folgenden beschriebenen Beispiele illustrieren die vorliegende Erfindung ohne sie in irgend einer Art zu beschränken. Ferner zeigen sie dem Fachmann welche Eigenschaften und insbesondere welche Eigenschaftskombinationen mit der vorliegenden Erfindung erreicht werden können.

### Vergleichsbeispiel

Die Flüssigkristallmischung mit der folgenden Zusammensetzung wird hergestellt und untersucht.

Zusammensetzung			Physikalische Eigenschaften	
Verbindung #	Abkürzung	Konz. /Massen-%		
1	UZU-3A-N	15,0	$T(N,I)$	= 22,5 °C
2	UZU-5A-N	5,6	$T(N,I)-4^{\circ}$	= 18,5 °C
3	GZU-3A-N	15,0	$\Delta n(18,5^{\circ}\text{C}, 589,3 \text{ nm})$	= 0,0986
4	GZU-4A-N	15,0	$T(N,I)+4^{\circ}$	= 26,5 °C
5	GZU-4O-N	12,0	$\epsilon_{av.}(T(N,I)+4^{\circ}\text{C}, 1\text{kHz})$	= 60,8
6	CUZU-2-N	11,0	$\Delta H(N,I)$	= 572 J/kg
7	CUZU-3-N	11,0	$T_c(N,I)^{\circ}$	= 23,0 °C
8	CUZU-4-N	11,0	$T_c(N,I)+2^{\circ}$	= 25,0 °C
9	HP-3N.F	4,4	$V_{10}(T(N,I)+2^{\circ}\text{C}, 1\text{kHz})$	= 33 V
$\Sigma$		100,0	$V_{70}((N,I)+2^{\circ}\text{C}, 1\text{kHz})$	= 48 V

Diese Flüssigkristallmischung wird mit 0,1% des Phenols der Formel



versetzt und in eine Testzelle mit interdigitalen Elektroden, ohne Beschichtung gefüllt. Der Klärpunkt in der Zelle ( $T_c(N,I)$ ) betrug  $23,0^\circ\text{C}$ . Die Zelle wurde bei einer Temperatur von  $2^\circ$  oberhalb dieses Klärpunkts, also bei einer Temperatur von  $25,0^\circ\text{C}$  bezüglich ihrer elektrooptischen Eigenschaften untersucht. Anschließend wird ihre Stabilität untersucht. Hierzu wird die „voltage holding ratio“ bei Umgebungstemperatur von ca.  $20^\circ\text{C}$  und der Stromfluß durch die Zelle gemessen.

Die verwendete Testzelle wies interdigitale Elektroden auf nur einem der beiden Substrate auf. Eine elektrooptische Testzelle mit einem Lichtschaltelement enthaltend die Flüssigkristallmischung wurde hergestellt. Die Substrate bestanden aus Glas. Es wurden Substrate ohne Orientierungsschicht und ohne Passivierungsschicht verwendet. Die Elektrodenstruktur bestand aus ineinander verzahnten kammförmigen Elektroden. Der Abstand der Elektroden voneinander betrug  $10\text{ }\mu\text{m}$  und die Breite der Elektroden betrug  $10\text{ }\mu\text{m}$ . Die Schichtdicke der Elektroden betrug ca.  $100\text{ nm}$ . Die Elektroden befanden sich alle in einer gemeinsamen Ebene. Die Schichtdicke des Steuermediums betrug ca.  $10,0\text{ }\mu\text{m}$ .

Es wurde ein erster Polarisator vor und als Analysator ein zweiter Polarisator hinter der Zelle benutzt. Die Absorptionsachsen der beiden Polarisatoren bildeten einen Winkel von  $90^\circ$  zueinander. Der Winkel zwischen der Achse der maximalen Absorption der Polarisatoren und der

Komponente des elektrischen Felds in der Ebene der Anzeige betrug jeweils 45°. Die Spannungs-Transmissions-Kennlinie wurde mit einem elektrooptischen Messplatz DMS 703 der Firma Autronic-Melchers, Karlsruhe, Deutschland bestimmt. Die Betriebstemperatur betrug 25,0°C. Bei senkrechter Beobachtung wurde eine Kurve erhalten wie sie für eine Zelle mit elektrisch kontrollierter Doppelbrechung (z. B. ECB) typisch ist. Diese Ergebnisse sind auch in der folgenden Tabelle (Tabelle 1) zusammengestellt.

Die „voltage holding ratio“ und der Stromfluß durch die Zelle wird bei Umgebungstemperatur von ca. 20°C bestimmt. Hierbei werden jeweils drei Testzellen untersucht und die erhaltenen Ergebnisse gemittelt. Die Ergebnisse sind ebenfalls in der Tabelle 1 zusammengestellt.

Tabelle 1: Eigenschaften der Schaltelemente

Beispiel:	Vergleich	1
Elektrodenstruktur		
Abstand /µm	10	10
Breite /µm	10	10
Passivierungsschicht	Nein	Ja
Kennlinie bei 25,0°C		
Relativer Kontrast / %	Spannung / V	
0	0	0
10	33	55
70	48	98
Elektrische Eigenschaften bei 20°C		
Voltage holding ratio / %	90,8	95,9
(1-Voltage holding ratio) / %	9,2	4,1
Strom / µA	1,61	0,30

Bemerkungen: n.b.: nicht bestimmt.

Beispiel

Die Mischung des Vergleichsbeispiels mit 0,1% des dort verwendeten Phenols wird in eine Testzelle gemäß der Lehre der vorliegenden Anmeldung gefüllt und, wie bei dem Vergleichsbeispiel beschrieben, ihre elektrooptischen Eigenschaften bei einer Temperatur von 25,0°C, ihre „voltage holding ratio“ und ihre Stromaufnahme bei einer Temperatur von 20°C bestimmt. Die Testzelle hat den selben Aufbau und die selbe Elektrodenstruktur wie die im Vergleichsbeispiel verwendete, jedoch ist hier die Elektrodenstruktur mit einer ca. 200 nm dicken Schicht aus SiO<sub>2</sub> bedeckt. Diese Passivierungsschicht bedeckt die gesamte Elektrodenstruktur inklusive der Elektrodenzwischenräume. Wie bei dem Vergleichsbeispiel werden jeweils drei Testzellen untersucht und die Mittelwerte der Ergebnisse angegeben.

Die so erhaltene Zelle erreichte bei einer Spannung von 55 V 10 % relativen Kontrast und bei 98 V 70 % relativen Kontrast.

Diese Ergebnisse sind in Tabelle 1 denen des Vergleichsbeispiels gegenübergestellt. Wie man aus dieser Tabelle ersehen kann, sind die charakteristischen Spannungen des Flüssigkristallschaltelements des Beispiels 1 gegenüber denen des Vergleichsbeispiels ca. zweifach erhöht. Gleichzeitig ist jedoch der Spannungsverlust (1-„voltage holding ratio“) jedoch um mehr als die Hälfte und die Stromaufnahme auf weniger als ein Fünftel verringert.

## Patentansprüche

1. Elektrooptisches Lichtsteuerelement umfassend
- ein Substrat oder mehrere Substrate,
  - eine Elektrodenanordnung,
  - mindestens ein Element oder mehrere Elemente zur Polarisierung des Lichts und
  - ein Steuermedium,
- dadurch gekennzeichnet, dass
- das Lichtsteuerelement bei einer Temperatur betrieben wird, bei der das Steuermedium im nicht angesteuerten Zustand in der isotropen Phase vorliegt und dass
  - die Elektrodenanordnung ein elektrisches Feld mit einer signifikanten Komponente parallel zur Fläche des mesogenen Steuermediums erzeugen kann und dass
  - das Lichtsteuerelement eine feste dielektrische Schicht zwischen der Elektrodenanordnung und der mesogenen Steuerschicht umfaßt.
2. Lichtsteuerelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass
- die feste dielektrische Schicht aus  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{SiO}_x$ , Siliziumnitrid oder Siliziumkarbid oder dergleichen besteht.
3. Lichtsteuerelement nach mindestens einem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass
- die feste dielektrische Schicht die Elektrodenstruktur mindestens teilweise bedeckt.
4. Lichtsteuerelement nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass
- die feste dielektrische Schicht die Ecken und/oder Kanten der Elektrodenstruktur im wesentlichen vollständig bedeckt.
5. Lichtsteuerelement nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass

- die feste dielektrische Schicht die Elektrodenstruktur im wesentlichen vollständig bedeckt.

- 5      6.    Lichtsteuerelement nach mindestens einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass
- die feste dielektrische Schicht die Elektrodenstruktur eine Dicke von 90% oder weniger der Schichtdicke der mesogenen Steuerschicht aufweist.
- 10
7.    Elektrooptische Anzeige enthaltend ein oder mehrere Lichtsteuerelemente nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 6.
- 15      8.    Elektrooptische Anzeige nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Anzeige mittels einer aktiven Matrix angesteuert wird.
9.    Elektrooptisches Anzeigesystem enthaltend eine oder mehrere elektrooptische Anzeigen nach mindestens einem der Ansprüche 7 und 8.
- 20
10.   Elektrooptisches Anzeigesystem nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass es als Fernsehbildschirm, als Computermonitor oder als beides verwendet wird oder verwendet werden kann.
- 25
11.   Verwendung eines Lichtsteuerelements nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 6, zur Darstellung von Information.
- 30      12.   Verwendung eines Lichtsteuerelements nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 6, in einer elektrooptischen Anzeige.
13.   Verwendung einer elektrooptischen Anzeige nach mindestens einem der Ansprüche 7 und 8, in einem elektrooptischen Anzeigesystem.
- 35

14. Verwendung eines elektrooptischen Anzeigesystems nach mindestens einem der Ansprüche 9 und 10, zur Darstellung von Videosignalen oder von digitalen Signalen.

5

10

15

20

25

30

35

## **Zusammenfassung**

Die vorliegende Erfindung betrifft ein elektrooptisches  
Lichtsteuerelement sowie solche Elemente enthaltende  
elektrooptische Anzeigen und Anzeigesysteme wie beispielsweise  
Fernsehbildschirme und Computermonitore. Die erfindungsgemäßen  
Lichtsteuerelemente enthalten ein mesogenes Steuermedium, das  
beim Betrieb der Lichtsteuerelemente in der isotropen Phase vorliegt.  
Sie sind, neben einem guten Kontrast, einer geringen  
Blickwinkelabhängigkeit und sehr kurze Schaltzeiten, besonders  
durch relativ niedrige Ansteuerspannungen ausgezeichnet. Die  
erfindungsgemäßen elektrooptischen Lichtsteuerelemente enthalten  
eine feste dielektrische Schicht zwischen der Elektrodenstruktur und  
der mesogenen Steuerschicht. Die in den elektrooptischen  
Lichtsteuerelementen verwendeten mesogenen Steuermedien sind  
ebenfalls Gegenstand der vorliegenden Erfindung.

## Beschreibung der Abbildungen

5      Abbildung 1: Die Abbildung zeigt schematisch im Querschnitt den Aufbau eines Schaltelements oder eines Teils eines Schaltelements mit interdigitalen Elektroden. Zwischen den inneren Oberflächen der Substrate (1) und (1') befindet sich das Steuermedium (2). Auf der inneren Oberfläche des einen Substrats (1) befinden sich die beiden Elektroden (3) und (4) der Elektrodenstruktur, die mit voneinander verschiedenen Potentialen beaufschlagt werden können. Vop bezeichnet die Spannungs-, Ladungs- bzw. Stromquelle. Die von Vop ausgehenden Linien symbolisieren die elektrischen Zuleitungen zu den Elektroden.

15      Abbildung 2 zeigt schematisch im Querschnitt den Aufbau eines Schaltelements oder eines Teils eines Schaltelements gemäß der Lehre der vorliegenden Anmeldung. Die Elektroden sind ähnlich gestaltet wie bei der in Abbildung 1 gezeigten Ausführungsform. Die Elektroden (3) und (4) sind jedoch mit einer festen dielektrischen Schicht (5) bedeckt. Diese Schicht besteht aus  $\text{SiO}_2$  und hat eine Dicke von ca. 200 nm. Die Elektroden (3) und (4) bestehen aus Chrom und haben eine Dicke von ca. 100 nm. Die von Vop ausgehenden Linien symbolisieren, wie in Abbildung 1, die elektrischen Zuleitungen zu den Elektroden.

25

30

35

**Liste der Bedeutung der Bezugszeichen der Abbildungen:**

- 1 : Oberfläche des ersten Substrats,
- 5 1' : Oberfläche des 2. Substrats,
- 2 : Steuerschicht,
- 10 3 : Leitfähige Schicht der Elektrodenstruktur, die mit dem 1. Potential beaufschlagt werden kann,
- 4 : Leitfähige Schicht der Elektrodenstruktur, die mit dem 2. Potential beaufschlagt werden kann,
- 15 5 : Feste dielektrische Schicht.

Vop : Spannungs-, Ladungs- bzw. Stromquelle

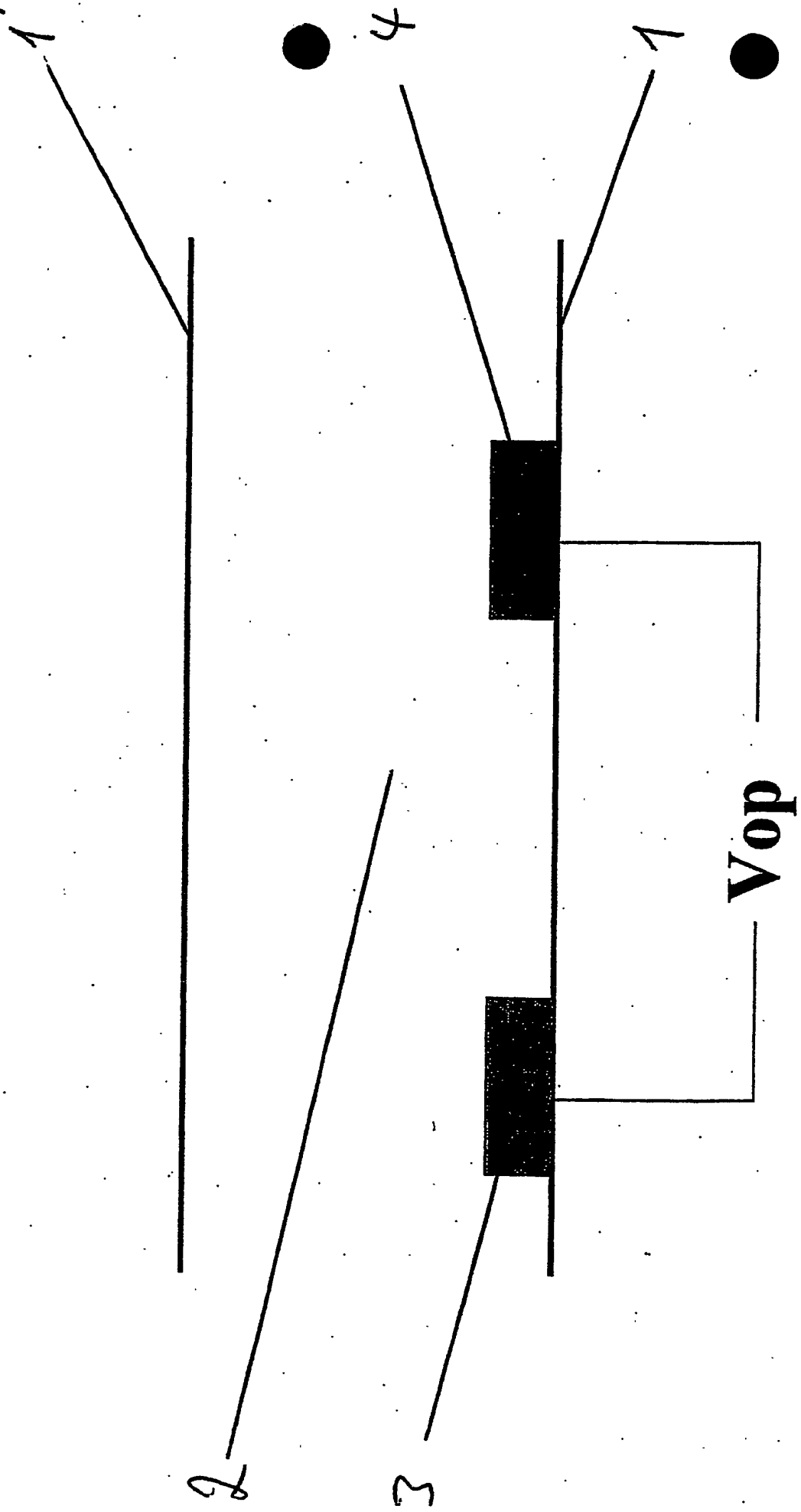
20

25

30

35

Abbildung 1



1

